

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Кафедра конструювання машин і обладнання

ЗАТВЕРДЖЕНО

Факультет конструювання та дизайну

«_____» червня 2025 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

Мехатронні системи роботів і БПЛА

Галузь знань 13 «Механічна інженерія»

Спеціальність 133 Галузеве машинобудування

Освітня програма «Галузеве машинобудування»

Факультет конструювання та дизайну

Розробник: доцент кафедри конструювання машин і обладнання,
кандидат технічних наук, доцент Віктор КРУШЕЛЬНИЦЬКИЙ

Київ – 2025 р.

Опис навчальної дисципліни Мехатронні системи роботів і БПЛА

(назва)

Дисципліна «Мехатронні системи роботів і БПЛА» спрямована на формування знань про принципи побудови сучасних мехатронних систем, що використовуються в робототехніці та безпілотних літальних апаратах. Розглядаються основи роботи приводів змінного струму, принципи частотно-керованого приводу, структура та налаштування ПД-регулятора, а також обробка сигналів із датчиків БПЛА. Значна увага зосереджена на налаштування перетворювача частоти, принцип роботи цифро-аналогового перетворювача, формування керуючих сигналів для керування приводом та обробці сигналів з датчиків.

Галузь знань, спеціальність, освітня програма, освітній ступінь		
Освітній ступінь	<i>Бакалавр</i>	
Спеціальність	<i>133 «Галузеве машинобудування»</i>	
Освітня програма	<i>Галузеве машинобудуванні</i>	
Освітньо-професійна програми	<i>Робототехніка і робототехнічні системи та комплекси</i>	
Характеристика навчальної дисципліни		
Вид	<i>вибіркова</i>	
Загальна кількість годин	<i>120</i>	
Кількість кредитів ECTS	<i>4</i>	
Кількість змістових модулів	<i>2</i>	
Курсовий проєкт / робота	<i>-</i>	
Форма контролю	<i>Екзамен</i>	
Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм здобуття вищої освіти		
	Форма здобуття вищої освіти	
	денна	заочна
Курс (рік підготовки)	<i>4</i>	<i>-</i>
Семестр	<i>8</i>	<i>-</i>
Лекційні заняття	<i>13 год.</i>	<i>-</i>
Практичні, семінарські заняття	<i>-</i>	<i>-</i>
Лабораторні заняття	<i>13 год.</i>	<i>-</i>
Самостійна робота	<i>94 год.</i>	<i>-</i>
Кількість тижневих годин для денної форми навчання	<i>2 год.</i>	<i>-</i>

1. Мета, компетентності та програмні результати навчальної дисципліни

Мета дисципліни "Мехатронні системи роботів і БПЛА" у рамках спеціальності "Машинобудування (за спеціальностями)" полягає у наданні студентам теоретичних знань та практичних навичок з інтеграції механічних, електронних та програмних компонентів для створення складних та функціональних мехатронних систем.

Набуття компетентностей:

інтегральна компетентність (ІК): здатність особи розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми у певній галузі професійної діяльності або у процесі навчання, що передбачає застосування певних теорій та методів відповідних наук і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

загальні компетентності (ЗК):

ЗК1. Здатність до абстрактного мислення.

ЗК3. Здатність планувати та управляти часом.

ЗК4. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК7. Здатність спілкуватися іноземною мовою.

ЗК8. Здатність діяти соціально відповідально та свідомо.

ЗК9. Здатність мотивувати людей та рухатися до спільної мети.

ЗК10. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.

ЗК11. Здатність працювати в команді.

ЗК13. Здатність зберігати та примножувати моральні, культурні, наукові цінності і досягнення суспільства на основі розуміння історії та закономірностей розвитку предметної області, її місця у загальній системі знань про природу і суспільство та у розвитку суспільства, техніки і технологій, використовувати різні види та форми рухової активності для активного відпочинку та ведення здорового способу життя.

спеціальні (фахові) компетентності (СК):

ФК1. Здатність застосовувати типові аналітичні методи та комп'ютерні програмні засоби для розв'язування інженерних завдань галузевого машинобудування, ефективні кількісні методи математики, фізики, інженерних наук, а також відповідне комп'ютерне програмне забезпечення для розв'язування інженерних задач галузевого машинобудування.

ФК3. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.

ФК4. Здатність втілювати інженерні розробки у галузевому машинобудуванні з урахуванням технічних, організаційних, правових, економічних та екологічних аспектів за усім життєвим циклом машини: від проектування, конструювання, експлуатації, підтримання працездатності, діагностики та утилізації.

ФК6. Здатність оцінювати техніко-економічну ефективність типових систем та їхніх складників на основі застосування аналітичних методів, аналізу аналогів та використання доступних даних.

Програмні результати навчання (РН):

РН1. Знання і розуміння засад технологічних, фундаментальних та інженерних наук, що лежать в основі галузевого машинобудування відповідної галузі.

РН2. Знання та розуміння механіки і машинобудування та перспектив їхнього розвитку.

РН3. Знати і розуміти системи автоматичного керування об'єктами та процесами галузевого машинобудування, мати навички їх практичного використання.

РН4. Здійснювати інженерні розрахунки для вирішення складних задач і практичних проблем у галузевому машинобудуванні.

РН7. Готувати виробництво та експлуатувати вироби, застосовуючи автоматичні системи підтримування життєвого циклу.

РН8. Розуміти відповідні методи та мати навички конструювання типових вузлів та механізмів відповідно до поставленого завдання.

РН9. Обирати і застосовувати потрібне обладнання, інструменти та методи.

РН11. Вільно спілкуватися з інженерним співтовариством усно і письмово державною та іноземною мовам.

РН13. Розуміти структури і служб підприємств галузевого машинобудування.

РН14. Розробляти деталі та вузли машин із застосуванням систем автоматизованого проектування.

2. Програма та структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин													
	денна форма							заочна форма						
	тижні	усього	у тому числі					усьог о	у тому числі					
			л	п	лаб	інд	с.р		л	п	лаб	ін д	с.р.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
Модуль 1. Мехатронні системи з приводом змінного струму														
Тема 1. Привод змінного струму	1-2	18	2	-	2	-	14	-	-	-	-	-	-	-
Тема 2. Мехатронні системи з частотно-керуваним приводом	3-9	52	6	-	6	-	40	-	-	-	-	-	-	-
Разом за модулем 1		70	8	-	8	-	54	-	-	-	-	-	-	-

Модуль 2. ПІД регулятор та обробка цифрових сигналів													
Тема 1. ПІД регулятор	10-11	20	2	-	2	-	16	-	-	-	-	-	-
Тема 2. Обробка сигналів з датчиків БПЛА	12-13	30	3	-	3	-	24	-	-	-	-	-	-
Разом за модулем 2		50	5	-	5	-	40						
Усього годин		120	13	-	13	-	94	-	-	-	-	-	-

3. Теми лекцій

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Привод змінного струму	2
2	Мехатронні системи з частотно-керованим приводом	6
3	ПІД регулятор	2
4	Обробка сигналів з датчиків БПЛА	3

4. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Частотно-керований привод	2
2	Цифро-аналоговий перетворювач	2
3	Формування керуючого сигналу за допомогою ЦАП	2
4	Зовнішнє керування частотним перетворювачем	2
5	ПІД регулятор	2
6	Обробки сигналів з датчиків БПЛА	3

5. Теми самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Використання мехатронних систем роботів для автоматизованого виробництва та промислової автоматизації	14
2	Комплементарний фільтр	13
3	Фільтр Махоні	13
4	Методи налаштування коефіцієнтів ПІД регулятора	16
5	Системи візуального спостереження для БПЛА з використанням комп'ютерного зору	14
6	Використання штучного інтелекту та нейронних мереж для поліпшення функціональності мехатронних систем роботів	14
7	Розвиток алгоритмів для автономної навігації безпілотних літальних апаратів	10

6. Методи та засоби діагностики результатів навчання: проводиться у формі складання модульних тестів, захисту лабораторних робіт, а підсумкова діагностика результатів навчання у формі екзамену.

7. Методи навчання

При викладанні даної дисципліни передбачено використовувати словесний, наочний, практичний методи навчання та виконання самостійної роботи.

8. Оцінювання результатів навчання

Оцінюють знання здобувача вищої освіти за 100-бальною шкалою, яку переводить у національну оцінку згідно з чинним «Положенням про екзамени та заліки у НУБіП України».

8.1. Розподіл балів за видами навчальної діяльності

Вид навчальної діяльності	Результати навчання	Оцінювання
Модуль 1. Мехатронні системи з приводом змінного струму		
Лабораторна робота 1	РН передбачені робочою програмою, у тому числі знати принципи роботи електроприводів змінного струму, частотно-регульований привод у складі мехатронних систем, формувати аналогові керуючі сигнали за допомогою цифро-аналогового перетворення, а також реалізовувати схеми зовнішнього керування перетворювачем частоти.	20
Лабораторна робота 2		20
Лабораторна робота 3		20
Самостійна робота до модуля 1		30
Модульна контрольна робота 1		10
Разом за модулем 1		100
Модуль 2. ПІД регулятор та обробка цифрових сигналів		
Лабораторна робота 4	РН передбачені робочою програмою, у тому числі знати принцип побудови та налаштування ПІД-регуляторів, методи обробки сигналів із датчиків безпілотних літальних апаратів (БПЛА), включаючи фільтрацію, нормалізацію та перетворення даних для використання у системах керування. Особлива увага приділяється практичному застосуванню регуляторів і сенсорної інформації в мехатронних системах.	20
Лабораторна робота 5		20
Лабораторна робота 6		20
Самостійна робота до модуля 2		30
Модульна контрольна робота 2		10
Разом за модулем 2		100
Навчальна робота	$0,7 \cdot (M1 \cdot 70 + M2 \cdot 50) / 120 \leq 70$	
Екзамен	30	
Разом за курс	(Навчальна робота + екзамен) ≤ 100	

8.2. Шкала оцінювання знань здобувача вищої освіти

Рейтинг здобувача вищої освіти, бали	Оцінка за національною системою (екзамени/заліки)
90 – 100	відмінно
74 – 89	добре
60 – 73	задовільно
0 – 59	незадовільно

8.3. Політика оцінювання

Політика щодо дедлайнів та перескладання:	Роботи, які здають із порушенням термінів без поважних причин, оцінюються на нижчу оцінку. Перескладання модулів відбувається із дозволу лектора за наявності поважних причин (наприклад, лікарняний).
Політика щодо академічної доброчесності:	Списування під час контрольних робіт та екзаменів заборонено. Самостійні роботи повинні мати коректні текстові покликання на використану літературу
Політика щодо відвідування:	Відвідування занять є обов'язковим. За об'єктивних причин (наприклад, хвороба, міжнародне стажування) навчання може відбуватись індивідуально (в онлайн формі за погодженням із деканом факультету)

9. Навчально-методичне забезпечення:

1. Крушельницький В.В. Електронний курс "Мехатронні системи роботів і БПЛА" Навчально-інформаційний портал НУБІП України [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://elearn.nubip.edu.ua/course/view.php?id=4220>.
2. Ловейкін В.С. Мехатроніка: навчальний посібник / В.С. Ловейкін, Ю.О. Ромасевич, В.В. Крушельницький. – К., 2020. – 404 с.
3. Артюх О.М. Конспект лекцій з дисципліни «Основи мехатроніки» / Укл. : О. М. Артюх, О. В. Дударенко, А. Ю. Сосик, А.В. Щербина. Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2020. – 86 с.
4. Михайлов Є. П. Навчальний посібник з дисципліни "Маніпулятори та промислові роботи" : для студентів бакалаврів / Є. П. Михайлов, В. М. Лінгур ; Одес. нац. політехн. ун-т. - Одеса, 2019. - 233 с.
5. Цвіркун Л.І. Робототехніка та мехатроніка: навч. посіб. / Л.І. Цвіркун, Г. Грулер ; під заг. ред. Л.І. Цвіркуна ; М-во освіти і науки України, Нац. гірн. ун-т. – 3-тє вид., переробл. і доповн. – Дніпро: НГУ, 2017. – 224 с.

10. Рекомендовані джерела інформації

1. Орловський Б. В. Мехатроніка в галузевому машинобудуванні. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://dut.edu.ua/uploads/1_1830_80162251.pdf.

2. 12-Bit Digital-to-Analog Converter with EEPROM Memory in SOT-23-6 [Электронный ресурс] // Microchip Technology. – 2009. – Режим доступа до ресурсу: <https://ww1.microchip.com/downloads/en/devicedoc/22039d.pdf>.
3. FR-F700 INSTRUCTION MANUAL [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <https://dl.mitsubishielectric.com/dl/fa/document/manual/inv/ib0600177eng/ib0600177engf.pdf>.
4. Tutorials [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <https://docs.arduino.cc/tutorials/>.
5. Official Guide to Tinkercad Circuits [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <https://www.tinkercad.com/blog/official-guide-to-tinkercad-circuits>.
6. Tinkercad Circuits [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <https://www.tinkercad.com/>.
7. Arduino IDE [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <https://www.arduino.cc/en/software/>.
8. Arduino language reference [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <https://www.arduino.cc/reference/en/>.
9. ATmel ATmega328p [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: https://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/Atmel-7810-Automotive-Microcontrollers-ATmega328P_Datasheet.pdf.